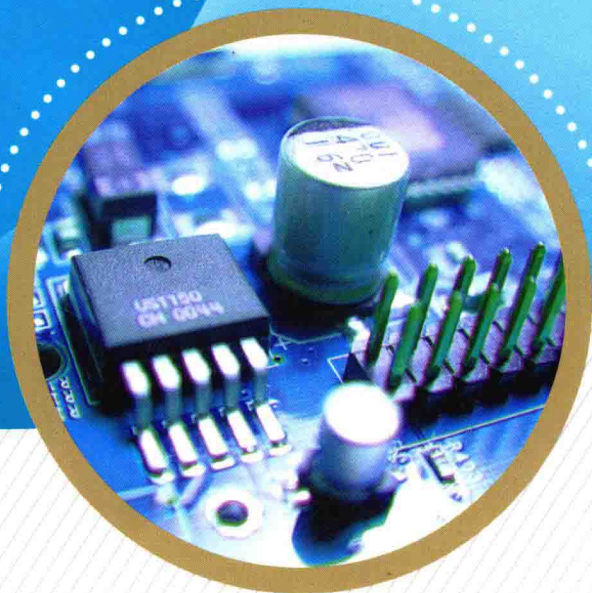




中等职业教育“十二五”规划教材·电类专业系列

电子产品制作与技能训练

主编 王 毅



科学出版社

中等职业教育“十二五”规划教材·电类专业系列

电子产品制作与技能训练

王 毅 主编

黄昌伟 陈文林 罗 静 副主编

刘术平 陈 敏 王瑞芹 参 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为中等职业教育改革创新教材,是根据教育部颁布的最新教学大纲、相关部门颁布的职业标准、全国中职学生技能大赛的相关要求编写的。

本书是以工作过程为导向、任务引领的项目式一体化教材,充分体现“做中学,做中教”的职业教育理念,突出以培养学生职业核心能力为目标。

本书共13个项目,主要内容包括常用电子元器件的识别与检测、指针式万用表和数字万用表的正确使用、烙铁手工焊接技能、面包板搭接电子产品的技能、万能板制作电子产品的技能、电子产品的装配与调试工艺、实用又简单的模拟电路和数字电路的识读检修等。

本书可作为各类中等职业学校、技工学校、技师学院电子类专业的基础技能训练教材,也可作为电子装接工、调试工、检测工职业技能鉴定的培训教材和自学电子技术用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品制作与技能训练/王毅主编. —北京:科学出版社, 2014

(中等职业教育“十二五”规划教材·电类专业系列)

ISBN 978-7-03-039773-7

I. ①电… II. ①王… III. ①电子产品—生产工艺—中等专业学校—教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第027529号

责任编辑:刘敬晗 苑文环 / 责任校对:刘玉靖

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014年8月第一次印刷 印张:15

字数:320 000

定价:36.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈鑫丰华〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135397-2001

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前言

本书为培养电子产品装配与调试初级技能的一体化教材。

本书的教学目标是使学生掌握电子产品装配与调试操作初级技能，使电子技术从业人员能达到国家劳动和社会保障部颁布的5级技能职业资格水平。

本书为中等职业教育改革创新教材，有以下特色。

1. 全新的编写理念，利于中职一体化教学改革

该教材的编写以学生就业为导向，以学生为主体，以培养学生的职业核心能力为目标，着眼于学生职业生涯的持续发展。把企业的“6S”现场管理模式融入实训教学中，把学生职业素养的培养融入教学过程中，学生在完成每个工作任务的同时，达到学习电子技术基本知识和技能的目的，真正体现了“工学结合”。

本书打破了传统的编写模式，采用了“项目驱动”、“任务引领”的新体系、新模式，把电子技术的基本技能与技能训练有机地结合在一体，真正做到了“边做、边学、边教”的一体化教学理念。

2. 教学内容体现“四新”、必需和实用的特点

本书参照劳动和社会保障部对无线电装配工、调试工等电类工种初级工职业资格标准编写而成，在原有《电子技能与实训》（陈雅萍，高等教育出版社）、《电子产品装配与调试》（刘晓书，科学出版社）等教材基础上大胆创新，引入SMT贴片元器件的检测、焊接、装配技能，增加了传感器技术、电子控制技术、电子CAD技术、电子仿真技术等。本书在内容上体现了电子技术行业的“新技术、新材料、新设备、新工艺”。

教材的每个项目均以一个实际的电子产品为载体，围绕该电子产品的认识、设计、制作、检测、电路分析来划分任务，每个任务以“干什么”、“怎么干”为线索来完成。通过一个个有趣而实用的产品，激发学生学习电子技术的兴趣；通过自评、互评、老师评价的评分体系，促使学生完成任务；最终达到学生学会电子技术的基本技能，即万用表的使用、电子元器件的认识与检测、电子元器件的焊接工艺、简单电路原理分析和电子产品制作工艺等。

同时，在技能训练中有机结合了《电子技术基础与技能》（胡峥，机械工业出版社）、《电工技术基础与技能》（曾祥富，科学出版社）中相关基础理论知识点，使知识、技能、理论、实践、态度、情感有机结合在一起。

3. 教材结构适合中职学生的认知特点

本书共13个项目，用面包板制作5个简单电路；用万能板设计与制作8个精选又实



用的电路,内容包括14个电子产品的制作。目的是达到培养电子专业学生的电子技术基本技能。其中,标有“*”的项目为选学内容。

本书第一部分主要介绍使用面包板搭接制作电路,有5个项目;第二部分主要介绍使用万能板制作电路,共8个项目,其中有3个项目为选学内容(书中使用“*”进行了标准),基本覆盖了模拟电路、数字电路、电工基础中的基础知识。教材编排由易到难,符合中职学生的认知特点。每个项目均以典型实用电路为载体,制作电路由易到难;电路制作的方法先使用面包板,再使用万能板制作;通过实施对每个电路的认识、元器件的认识与检测、电路设计与制作、电路检测等任务,使学生在完成每个工作任务的过程中逐步熟练掌握常用电子元器件的识别与检测技能、指针式和数字式万用表的正确使用方法、烙铁手工焊接技能、利用面板板搭接电子产品的技能、利用万能板制作电子产品的技能,掌握电子产品的装配与调试工艺,学会简单模拟电路和数字电路的识读检修能力,初步认识新器件,了解电子控制技术、传感器技术、显示技术和仿真技术。

4. 教学内容呈现方式新颖多样

本书作为教材,其教学内容呈现方式有图、文、表,形象生动,趣味性强,符合中职学生的认知特点,内容可操作性强,容易激发学生学习电子技能的兴趣。同时,每个项目都有相应的相关知识链接,配有多媒体电子课件,实现了立体化教材的建设。

本书在编写过程中得到了重庆电子协会,以及相关电子企业、行业的的大力支持,得到了多位教师、电子行业技术人员的帮助,是集体智慧的结晶。本教材是在中职技能大赛引领中职教育的背景下编写而成,因而编写理念、教学内容、呈现形式都有技能大赛的特色。

本书不足之处在所难免,望广大读者朋友批评指正。

本书推荐教学课时为52~64学时,各项目参考学时数分配如下:

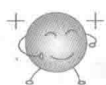
项 目	计划学时
项目1 搭接发光二极管指示电路	8学时
项目2 搭接电位器调光电路	2学时
项目3 搭接电容器充电与放电电路	2学时
项目4 搭接三极管放大电路	4学时
项目5 搭接光控电路	4学时
项目6 制作简易电路	12学时
项目7 制作声光报警电路	8学时
项目8 制作双音门铃电路	4学时
项目9 制作流水灯电路	4学时
项目10 制作喊话器电路	4学时
*项目11 制作温度控制器电路	4学时
*项目12 制作声光控灯电路	4学时
*项目13 仿真与制作调光灯电路	4学时

注: * 为选学内容。

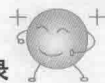
目 录

前言

项目1	搭接发光二极管指示电路	1
任务1.1	识别与检测发光二极管指示电路的元器件	2
1.1.1	实践操作：认识与使用指针式万用表，以及识别与检测电阻器和发光二极管	2
1.1.2	操作结果与总结	7
任务1.2	搭接发光二极管指示电路	8
1.2.1	实践操作：搭接电路和电路功能调试	8
1.2.2	操作结果与总结	10
任务1.3	检测发光二极管指示电路	10
1.3.1	实践操作：检测发光二极管指示电路的电压和电流	10
1.3.2	操作结果与总结	12
知识链接：	电阻器阻值的标示、发光二极管和电阻器	12
项目实训评价：	搭接发光二极管指示电路操作综合能力评价	20
项目2	搭接电位器调光电路	22
任务2.1	识别与检测电位器调光电路的元器件	23
2.1.1	实践操作：识别与检测电位器和自锁开关	23
2.1.2	操作结果与总结	25
任务2.2	搭接电位器调光电路	26
2.2.1	实践操作：搭接电路和电路功能调试	26
2.2.2	操作结果与总结	27
任务2.3	检测电位器调光电路	27
2.3.1	实践操作：检测电位器调光电路的电压和电流	27
2.3.2	操作结果与总结	28
知识链接：	电位器和开关	29
项目实训评价：	电位器调光电路操作综合能力评价	32



项目3	搭接电容器充电与放电电路	34
任务3.1	识别、检测电容器充电与放电电路的元器件	35
3.1.1	实践操作：识别与检测电解电容器	35
3.1.2	操作结果与总结	37
任务3.2	搭接电容器充电与放电电路	37
3.2.1	实践操作：搭接电路和电路功能调试	37
3.2.2	操作结果与总结	39
任务3.3	检测电容器充电与放电电路	39
3.3.1	实践操作：检测电容器充电与放电电路的电流和电压	39
3.3.2	操作结果与总结	41
知识链接：	电容器	42
项目实训评价：	搭接与检测电容器充电与放电指示电路操作综合能力评价	47
项目4	搭接三极管放大电路	49
任务4.1	识别与检测三极管放大电路的元器件	50
4.1.1	实践操作：识别与检测二极管、三极管和微调电位器	50
4.1.2	操作结果与总结	53
任务4.2	搭接三极管放大电路	53
4.2.1	实践操作：搭接并调试三极管放大电路	53
4.2.2	操作结果与总结	55
任务4.3	检测三极管放大电路	55
4.3.1	实践操作：利用万用表测量电压和电流	55
4.3.2	操作结果与总结	58
知识链接：	二极管和三极管	58
项目实训评价：	搭接与检测三极管放大电路操作综合能力评价	63
项目5	搭接光控电路	66
任务5.1	识别与检测光控电路的元器件	67
5.1.1	实践操作：识别与检测光敏电阻器	67
5.1.2	操作结果与总结	68
任务5.2	搭接光控电路	69
5.2.1	实践操作：搭接与调试光控电路	69
5.2.2	操作结果与总结	70
任务5.3	检测光控电路	71
5.3.1	实践操作：测量光控电路的相关参数	71
5.3.2	操作结果与总结	72
知识链接：	光敏电阻器	72
项目实训评价：	搭接与检测光控电路操作综合能力评价	78



项目6 制作简易电路	80
任务6.1 插装与焊接电位器调光电路	80
6.1.1 实践操作：制作电位器调光电路	81
6.1.2 操作结果与总结	82
任务6.2 插装与焊接电容器充电与放电电路	82
6.2.1 实践操作：制作电容器充电与放电电路	82
6.2.2 操作结果与总结	84
任务6.3 插装与焊接三极管放大电路	84
6.3.1 实践操作：制作三极管放大电路	84
6.3.2 操作结果与总结	86
任务6.4 插装与焊接光控电路	86
6.4.1 实践操作：制作光控电路	86
6.4.2 操作结果与总结	87
知识链接：元器件在电路板上的手工插装工艺和手工焊接工艺	88
项目实训评价：利用万能板插装与焊接简易电路操作综合能力评价	101
项目7 制作声光报警电路	102
任务7.1 识别与检测声光报警电路的元器件	103
7.1.1 实践操作：识别与检测声光报警电路相关元器件	103
7.1.2 操作结果与总结	105
任务7.2 装配声光报警电路	106
7.2.1 实践操作：设计并装配声光报警电路	106
7.2.2 操作结果与总结	108
任务7.3 调测与检修声光报警电路	108
7.3.1 实践操作：调测并分析声光报警电路	109
7.3.2 操作结果与总结	111
知识链接：常见的发声器件	111
项目实训评价：用万能板制作声光报警电路操作综合能力评价	117
项目8 制作双音门铃电路	119
任务8.1 识别与检测双音门铃电路的元器件	120
8.1.1 实践操作：识别与检测双音门铃电路的元器件	121
8.1.2 操作结果与总结	123
任务8.2 装配双音门铃电路	124
8.2.1 实践操作：设计与装配双音门铃电路	124
8.2.2 操作结果与总结	126
任务8.3 调测与检修双音门铃电路	126
8.3.1 实践操作：调测、分析双音门铃电路及其故障排除	126



8.3.2 操作结果与总结	129
知识链接：集成电路与时基集成电路 NE555	129
项目实训评价：用万能板制作双音门铃电路操作综合能力评价	132

项目9 制作流水灯电路	134
任务9.1 识别与检测流水灯电路的元器件	135
9.1.1 实践操作：认识与检测流水灯电路的元器件	136
9.1.2 操作结果与总结	138
任务9.2 装配流水灯	138
9.2.1 实践操作：设计并装配流水灯电路	138
9.2.2 操作结果与总结	140
任务9.3 调测与检修流水灯	140
9.3.1 实践操作：调试、分析流水灯电路及其故障排除	141
9.3.2 操作结果与总结	143
知识链接：集成电路 CD4017	143
项目实训评价：用万能板制作流水灯电路操作综合能力评价	145

项目10 制作喊话器电路	146
任务10.1 识别与检测喊话器电路的元器件	148
10.1.1 实践操作：识别与检测喊话器电路的相关元器件	148
10.1.2 操作结果与总结	151
任务10.2 设计与装配喊话器	153
10.2.1 实践操作：设计并装配喊话器电路	153
10.2.2 操作结果与总结	155
任务10.3 调测与检修喊话器	155
10.3.1 实践操作：喊话器电路的调测及其故障排除	156
10.3.2 操作结果与总结	159
知识链接：驻极体传声器、LM358 及 LM386	159
项目实训评价：用万能板制作喊话器电路操作综合能力评价	166

*项目11 制作温度控制器电路	167
任务11.1 识别与检测温度控制器电路的元器件	169
11.1.1 实践操作：识别与检测温度控制器电路的相关元器件	169
11.1.2 操作结果与总结	172
任务11.2 设计与装配温度控制器	173
11.2.1 实践操作：设计并装配温度控制器电路	174
11.2.2 操作结果与总结	175
任务11.3 调测与检修温度控制器	176

11.3.1 实践操作：温度控制器电路的调测及其故障排除	176
11.3.2 操作结果与总结	179
知识链接：热敏电阻器和集成电路 LM324	179
项目实训评价：利用万能板制作温度控制器操作综合能力评价	183

*项目12 制作声光控灯电路 184

任务12.1 识别与检测声光控灯电路的元器件	186
12.1.1 实践操作：识别与检测声光控灯电路的相关元器件	186
12.1.2 操作结果与总结	189
任务12.2 设计与装配声光控灯电路	190
12.2.1 实践操作：设计并装配声光控灯电路	191
12.2.2 操作结果与总结	192
任务12.3 调测与检修声光控灯电路	192
12.3.1 实践操作：声光控灯电路的调测及其故障排除	192
12.3.2 操作结果与总结	194
知识链接：晶闸管和集成电路 CD4011	195
项目实训评价：利用万能板制作声光控灯操作综合能力评价	198

*项目13 仿真与制作调光灯电路 200

任务13.1 创建与仿真调光灯电路	201
13.1.1 实践操作：绘制调光灯电路原理图并进行电路仿真	201
13.1.2 操作结果与总结	211
任务13.2 识别与检测调光灯的元器件	212
13.2.1 实践操作：识别与检测调光灯电路的相关元器件	212
13.2.2 操作结果与总结	213
任务13.3 利用万能板制作调光灯	213
13.3.1 实践操作：装配调光灯	213
13.3.2 操作结果与总结	214
知识链接：常见的几种调光灯电路	215
项目实训评价：利用软件和万能板制作调光灯操作综合能力评价	227

参考文献	228
------------	-----

搭建发光二极管指示电路

教学目标

知识目标

1. 了解电路的组成，以及电压、电流、电阻的概念。
2. 掌握指针式万用表和数字式万用表的使用方法。
3. 掌握发光二极管指示电路的工作原理及应用。
4. 了解贴片电阻器。

技能目标

1. 能识别电阻器、发光二极管，以及使用万用表检测其参数、性能。
2. 能使用电路实验板（俗称面包板）搭建发光二极管指示电路。
3. 能使用万用表测量电阻、直流电压和直流电流。

在日常生活中随处可见利用发光二极管作为信号指示，本项目将使用面包板搭建一个发光二极管指示电路，从而使读者认识和检测组成电路的发光二极管、电阻器、电池等电子元器件，并初步学会使用万用表测试电路参数。发光二极管指示电路如图 1.1 所示。电路原理图（又称电路图或电子线路图）是由电子元器件的图形符号按规定的关系组合，并实现一定功能的图形。

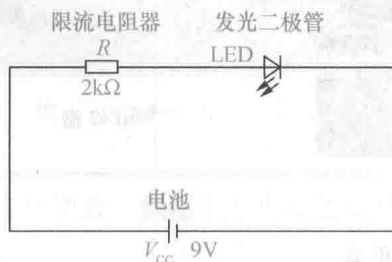


图 1.1 发光二极管指示电路

工作原理：该电路由 9V 电源、发光二极管 LED 和限流电阻器 R 组成。发光二极管正



极通过限流电阻器与电源正极相连,发光二极管负极与电源负极相连。发光二极管只要两端加上足够的正向电压就能导通发光,而其两端加上反向电压或正向电压过低时则会截止不发光。发光二极管根据上述导通性能指示电子产品的工作状态。

任务 1.1 识别与检测发光二极管指示电路的元器件

任务描述:

认识发光二极管指示电路所需元器件,并正确使用指针式万用表对这些元器件进行检测,将检测数据填入表 1.3 中。

1.1.1 实践操作:认识与使用指针式万用表,以及识别与检测电阻器和发光二极管

器材准备 识别与检测发光二极管指示电路需准备的元器件和仪表工具如表 1.1 所示。

表 1.1 发光二极管指示电路元器件清单及仪表

代 号	名 称	实物图	电路符号	规格/型号/相关信息	功能或作用
元 器 件	R	电阻器		RJ7 -0.25 2k Ω , 误差为 $\pm 1\%$	限流、降压 (负载)
	LED	发光二极管		红色 $\phi 5$ (长引脚为正, 短引脚为负)	发光指示 (负载)
	V _{CC}	叠层电池		9V 电池 1 节 (或 9V 直流电源)	电源 (提供 电能)
其 他 材 料	连接导线			专用 ($\phi 0.3$ 硬铜芯导线 100mm)	连接电路
	电池扣			连接 9V 电池正负极	连接电池
	鳄鱼夹			红色和黑色各 1 个	夹接电路 (充当 开关)
仪 表	万用表			MF47 型	测量电阻、电压 及电流

1 认识与使用指针式万用表

第一步 认识指针式万用表内部结构。

MF47 型指针式万用表主要由表头、测量线路和旋转开关 3 部分组成,如图 1.2 所示。



表头是一只高灵敏度的磁电式直流电流表；测量线路是把各种被测量电路变换为表头适应的直流电流的电路；旋转开关用于切换不同的测量线路，以满足不同被测量元器件和不同挡位的测量要求。

第二步 认识指针式万用表的刻度盘。

如图 1.3 所示，万用表面板主要由刻度盘和操作面板两部分组成。刻度盘上有指针、反光镜、刻度线（标度尺）和一些字符标示。操作面板上主要有旋转开关、机械调零旋钮、欧姆调零旋钮、表笔插孔、三极管放大系数检测插孔及挡位标示牌。

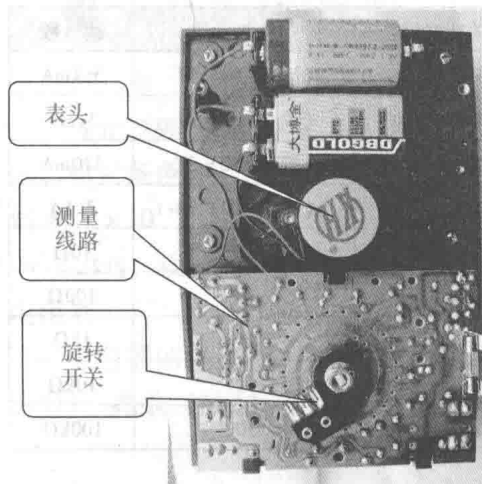


图 1.2 MF47 型万用表内部结构

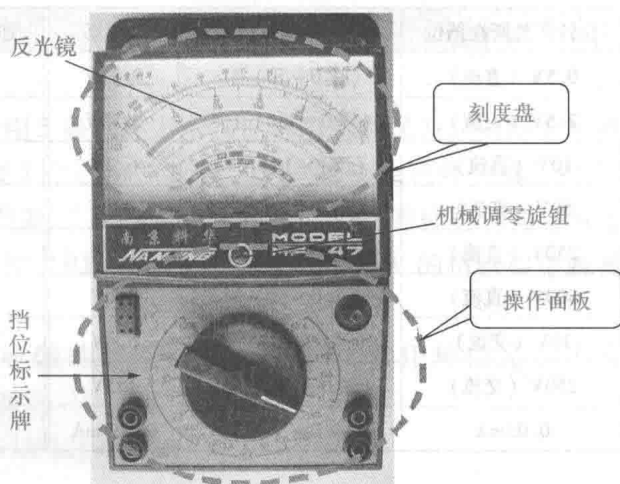


图 1.3 MF47 型万用表面板

如图 1.4 所示，刻度盘上有 9 条刻度线，主要使用的有电阻、10V 交流电压、直流电流、交直流电压和三极管放大系数等刻度线（即读数标度尺）。

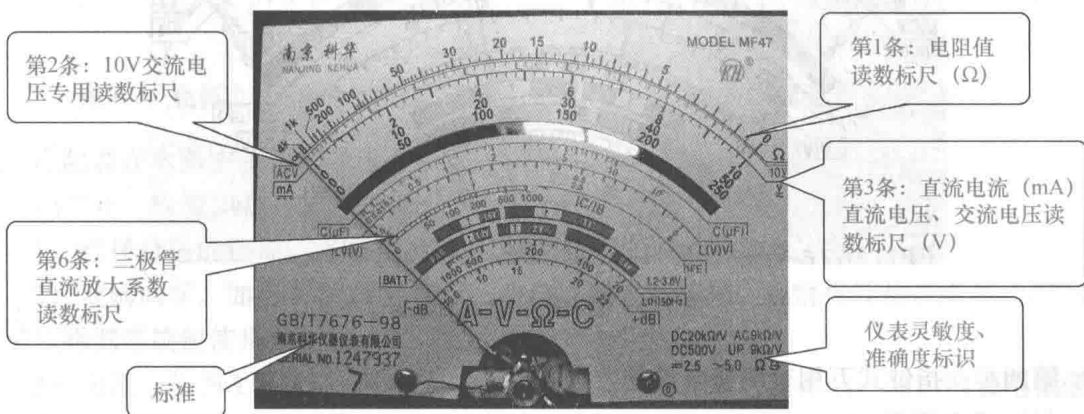
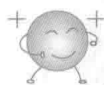


图 1.4 MF47 型万用表的刻度盘

第三步 读数。

使用指针式万用表的难度是读数，如图 1.5 所示指针位置，在不同的测量挡位时，所读出的测量值如表 1.2 所示。



小技巧

- 读数前应了解：
- ① 转换开关所在挡位应读哪条刻度线和哪组数。
 - ② 所读刻度线的每一小刻度代表多少。

表 1.2 万用表在不同挡位时的读数（测量值）

旋转开关所在挡位	指针指示值	读 数	旋转开关所在挡位	指针指示值	读 数
0.5V（直流）	（读 0 ~ 50） 31	0.31V	5mA	（读 0 ~ 50） 31	3.1mA
2.5V（直流）	（读 0 ~ 250） 155	1.55V	50mA	（读 0 ~ 50） 31	31mA
10V（直流）	（读 0 ~ 10） 6.2	6.2V	500mA	（读 0 ~ 50） 31	310mA
50V（直流）	（读 0 ~ 50） 31	31V	5A	（读 0 ~ 50） 31	3.1A
250V（直流）	（读 0 ~ 250） 155	155V	$R \times 1$	10	10 Ω
500V（直流）	（读 0 ~ 50） 31	310V	$R \times 10$	10	100 Ω
10V（交流）	（读 0 ~ 10） 6.4	6.4V	$R \times 100$	10	1k Ω
250V（交流）	（读 0 ~ 250） 155	155V	$R \times 1k$	10	10k Ω
0.05mA	（读 0 ~ 50） 31	0.031mA	$R \times 10k$	10	100k Ω

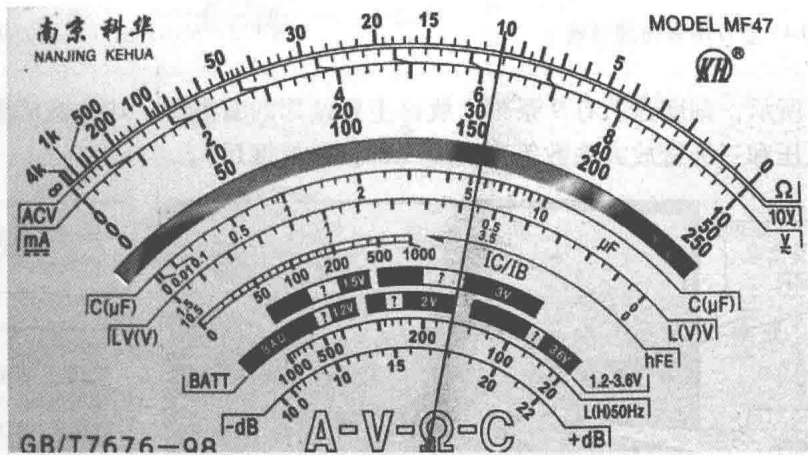


图 1.5 读出指针指示的数据

第四步 指针式万用表测量电量的方法。

(1) 准备测量

- 1) 水平放置万用表，检查指针是否在左方“0”处，若不在“0”处，需调节机械调零旋钮。
- 2) 检查红表笔是否插在“+”孔中，黑表笔是否插在“COM”孔中。
- 3) 检查背面的电池安装是否正确，有无足够电量。

(2) 测量

- 1) 正确选择合适的挡位，尽量保证读数准确。在欧姆挡尽量使指针指在距刻度线中



心左右 1/3 区域；在电压挡、电流挡时，尽量使指针指在满偏 2/3 区域左右来选择挡位。

2) 红、黑表笔正确接于电路中或被测元器件两端，有极性时注意极性。测电阻前必须进行欧姆调零。

3) 使指针与反光镜中投影重合，再按第三步介绍的方法读数。

(3) 结束工作

转动旋转开关到“OFF”处或交流 500V 挡，并将表笔拔出放置好。

2 识别与检测电阻器

第一步 识别电阻器。

发光二极管指示电路中所用电阻器采用 5 条色环表示其标称阻值和误差，如图 1.6 所示。前三条色环“红、黑、黑”分别代表 3 个数字“2、0、0”，第 4 条色环“棕”代表倍率“ $\times 10^1$ ”，第 5 条色环“棕”代表误差“ $\pm 1\%$ ”，因此该电阻器的标称值为 $200 \times 10^1 = 2\text{k}\Omega$ ，误差为 $\pm 1\%$ 。该电阻器型号为“RJ7-0.25”表示为 0.25W 的精密型金属膜电阻器。

电阻器的电路符号如图 1.7 所示。电阻的单位是欧姆 (Ω)，常用单位还有千欧 ($\text{k}\Omega$)、兆欧 ($\text{M}\Omega$)，它们之间的换算关系为

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

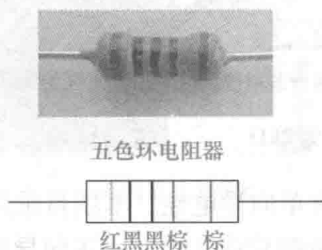


图 1.6 色标法表示电阻器阻值和误差

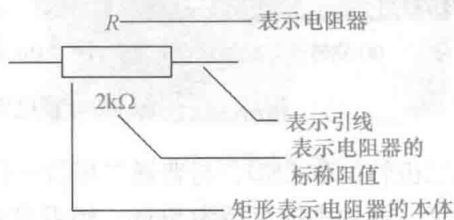


图 1.7 电阻器的电路符号

电阻器在电路中主要起降压、限流的作用。

第二步 检测 $2\text{k}\Omega$ 的电阻器。

1) 选择合适的挡位。将万用表挡位选择在 $R \times 100$ 挡。

2) 欧姆调零。如图 1.8 (a) 所示，将红、黑表笔短接，观察指针是否指在“0”处，调节欧姆调零旋钮使指针指在“0”处。

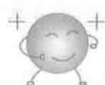
3) 测量。如图 1.8 (b) 所示，一手拿两表笔，一手拿电阻器的一端，两表笔接于电阻器两端（没有正负极性之分），注意不能引入人体电阻，以免影响测量值。

4) 读数与记录。如图 1.9 所示，电阻值为指针指示值乘以挡位倍率数。观察指针所指位置，从右向左在第一条刻度线读数，指针指示数据为“20”，则 20 乘以挡位倍率数 100，即

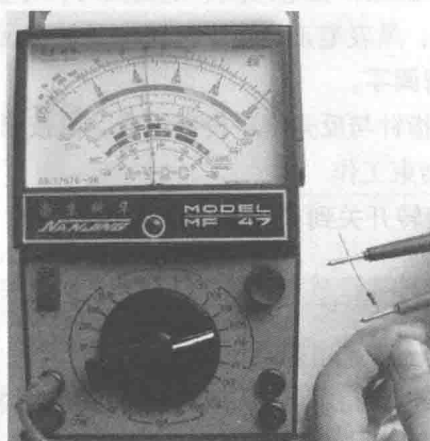
$$20 \times 100 = 2000 (\Omega) = 2 (\text{k}\Omega)$$

3 识别与检测发光二极管

第一步 识别发光二极管。

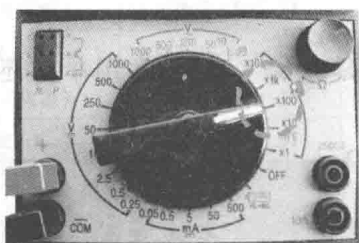


(a) 欧姆调零



(b) 测量电阻

图 1.8 测量电阻器的阻值



(a) 旋转开关在 $R \times 100$ 挡



(b) 指针指在第一条刻度线的“20”处

图 1.9 读电阻测量值为 $2k\Omega$

发光二极管简称 LED，与普通二极管一样都具有单向导电性。本项目采用的是插件式发光二极管，器件本体直径为 5mm，因发光材料为磷砷化镓，因此在正向导通时可发出红色光，从而指示电路中有电流及电流大小。发光二极管外形示意图、电路符号如图 1.10 所示，一般长脚为正极，短脚为负极。



(a) 发光二极管外形示意图



(b) 发光二极管的符号

图 1.10 发光二极管插件式外形和电路符号

发光二极管的正常工作电流为 $3 \sim 10\text{mA}$ ，导通压降为 $1.7 \sim 2.5\text{V}$ 。因此要使其正常工作，电源电压必须高于 1.7V ，且需串联一个阻值合适的限流电阻器，防止发光二极管过流损坏。

第二步 检测发光二极管。

(1) 测正向电阻

1) 选择合适的挡位。将万用表挡位选择在 $R \times 10k$ 挡（此时万用表内电池电压为 10.5V ）。



2) 欧姆调零。

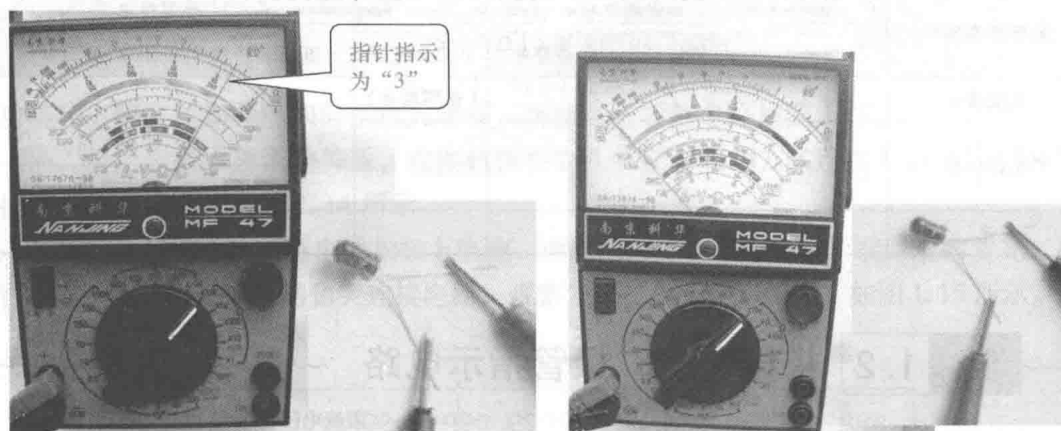
3) 测量正向电阻。将黑表笔接发光二极管的正极（长脚），红表笔接发光二极管负极（短脚）。因为指针式万用表的黑表笔接表内电池正极，红表笔接表内电池负极，因而此时二极管处于正向偏置状态。

4) 观察并记录读数，如图 1.11 (a) 所示。指针指在第一条刻度线的“3”处，乘以挡位倍率数 10k 就为实际测量值，即正向电阻为 30k Ω ，还能看到发光二极管发光。

(2) 测反向电阻

测量方法同上，只是测量时黑表笔接发光二极管的负极，红表笔接发光二极管正极，如图 1.11 (b) 所示，其反向电阻很大。

正常的发光二极管正、反向电阻相差很大，且正向测试时会发光；若正反向电阻均为 0 Ω 或无穷大，则该发光二极管可能已损坏。



(a) 测量正向电阻

(b) 测量反向电阻

图 1.11 测量发光二极管的正、反向电阻

4 测量电池电压

本项目使用 9V 的叠层电池充当电源（也可使用 9V 的直流电源），使用电池前必须使用万用表检测电池两端电压，以保证电路正常工作，检测步骤如下。

第一步 选择合适的挡位。如图 1.12 (a) 所示，旋转开关置于直流电压 10V 挡，表示测量范围为 0~10V。

第二步 两表笔分别接触电池正负极两端。如图 1.12 (b) 所示，将万用表红表笔接触电池正极，黑表笔接触电池负极。

第三步 读数并记录。如图 1.12 (c) 所示，首先观察指针所指位置，对应第三条刻度线（黑色），从左到右地读 0~10 这组数，其每一小刻度为 0.2，读出的数就是实际测量值 9.4V。

1.1.2 操作结果与总结

将识别与检测的电阻器、发光二极管、电池的有关数据填入表 1.3 中（每空 1 分，共 20 分）。